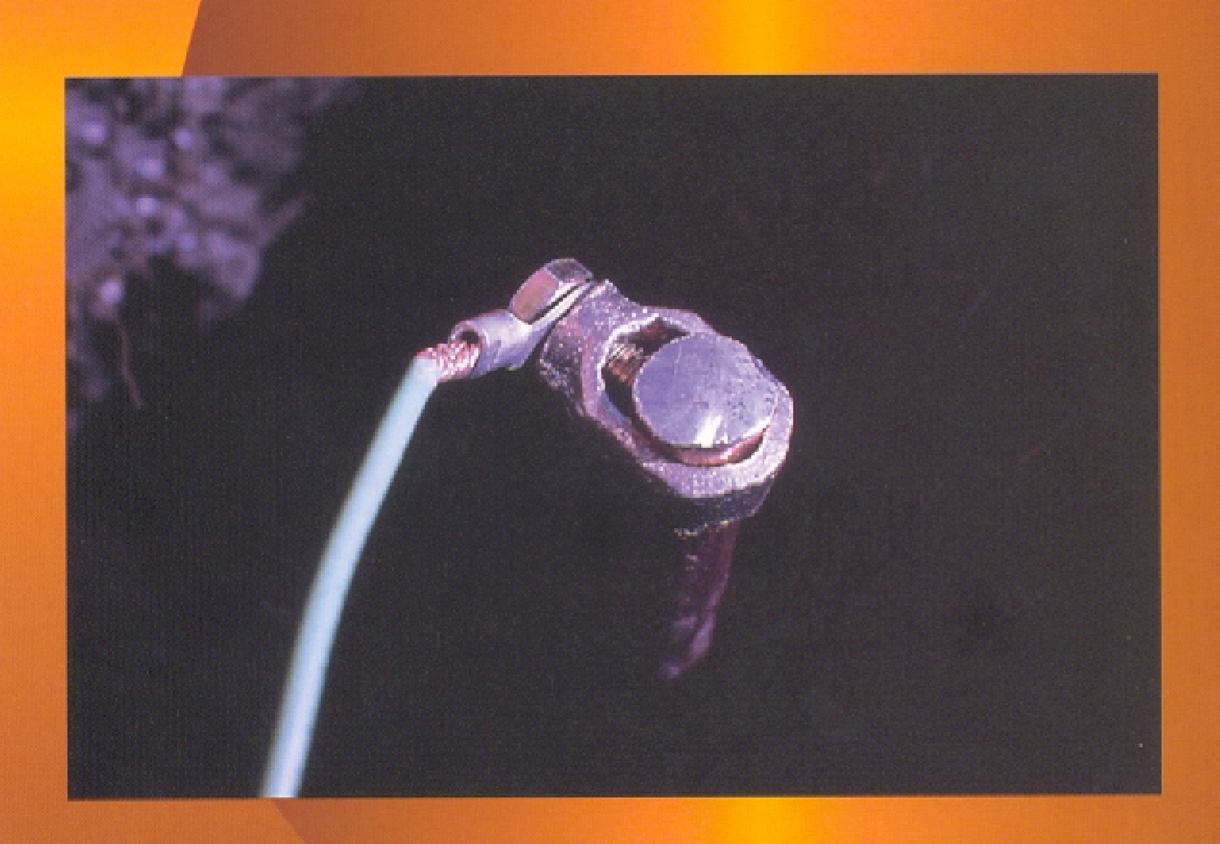
LA PUESTA A TIERRA



UNIDAD 4



AGRADECIMIENTOS

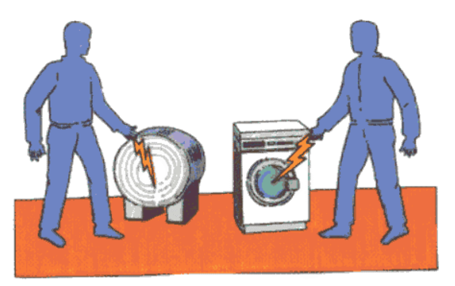
Agradecemos la colaboración de
Procobre Chile en la realización
de este documento.

LA PUESTA A TIERRA

En toda instalación eléctrica es necesario garantizar la seguridad de las personas que harán uso de ella. Para tal efecto es necesario dotarla de los mecanismos de protección que corresponda.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas para alimentar muchos aparatos eléctricos, fijos y móviles; con estructuras susceptibles de deterioro desde el punto de vista eléctrico, es fundamental la protección contra las fallas de aislamiento que originan la aparición de tensiones por contactos indirectos.

Las tensiones por contacto indirecto se originan en las estructuras metálicas de los equipos eléctricos, cuando un conductor o terminal energizado, ante la pérdida de aislamiento, establece contacto con la estructura metálica energizando a esta.



Ejemplos de contactos indirectos

Para minimizar los efectos de dichos contactos indirectos, toda instalación eléctrica debe contar con un sistema de protección; el método más efectivo y el que presenta la mayor seguridad para las personas es el sistema de puestas a tierra de protección.

PELIGROSIDAD DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Los efectos de la corriente eléctrica sobre las partes vitales del cuerpo humano dependen de lo siguiente:

- Magnitud de la corriente eléctrica en el cuerpo.
- Duración a la exposición.
- Resistencia eléctrica del cuerpo.

Con respecto a la resistencia eléctrica del cuerpo, varía según las condiciones físicas y psíquicas del sujeto y del estado de su piel (seca o mojada).

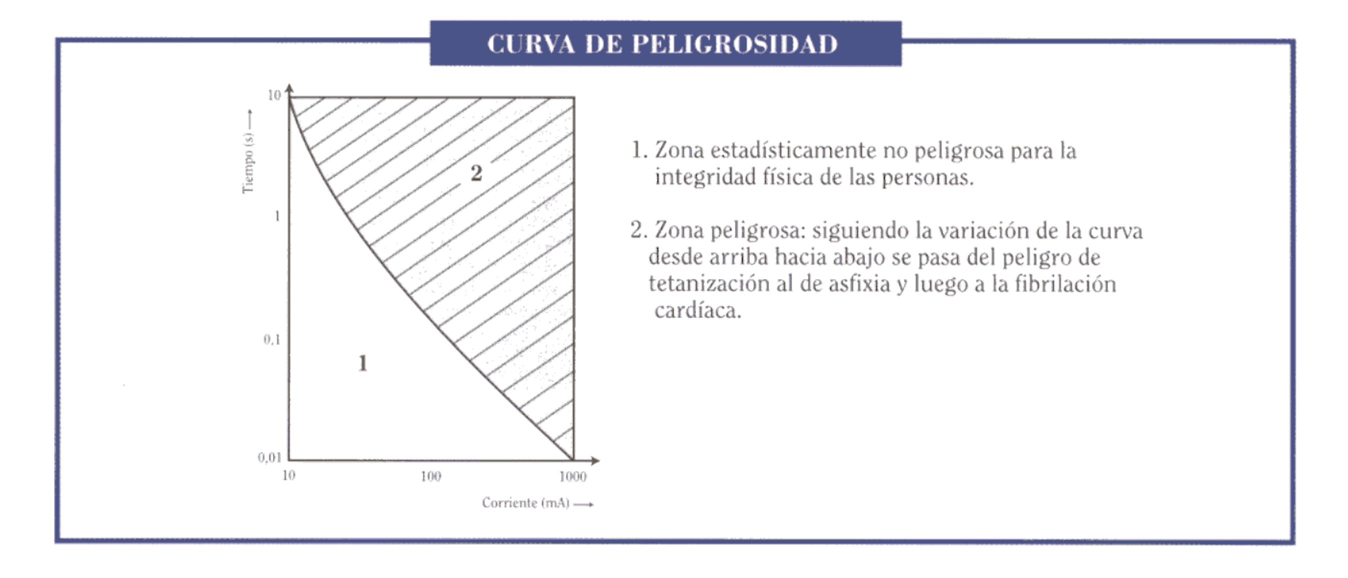
Se estima que la resistencia de la piel seca puede ser de 100,000 a 300,000 Ohms por cm^2, pero la resistencia de la piel húmeda puede abatirse a 1% de estos valores. Las corrientes más débiles que pueden producir inesperadas, involuntarias y por ello algún accidente se llama corrientes de reacción.

El cuadro siguiente describe los efectos de las corrientes de reacción en el cuerpo humano:

Corriente eléctrica (mA)	EFECTOS
hasta 1	Imperceptible para el hombre
2 a 3	Sensación de hormigueo
3 a 10	El sujeto consigue, generalmente, desprenderse del contacto (liberación), de manera que la corriente no es mortal.
10 a 50	La corriente no es mortal si se aplica durante intervalos decrecientes a medida que aumenta su intensidad. De lo contrario los músculos de la respiración se ven afectados por calambres que pueden provocar la muerte por asfixia.

50 a 500	Corriente decididamente peligrosa en función creciente con la duración del contacto que da lugar a la fibrilación cardiaca (funcionamiento irregular con contracciones muy frecuentes e ineficaces), que llevaría a la persona a la muerte
Más de 500	Decrece la posibilidad de fibrilación, pero aumenta el riesgo de muerte por parálisis de los centros nerviosos o a causa de fenómenos secundarios.

En relación con este mismo tema, es útil analizar la curva de peligro que representa la corriente eléctrica para el cuerpo humano.



SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA

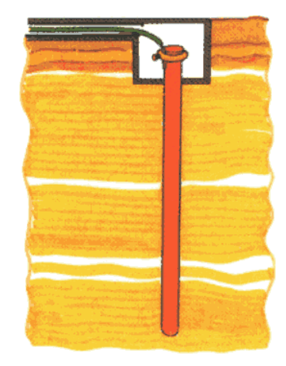
Los objetivos de instalar la puesta a tierra en conductores eléctricos, materiales y partes de equipo que no deben transportar corrientes eléctricas indeseables en forma permanente son:

- Conducir a tierra todas las corrientes de fuga, producidas por una falla de aislamiento que haya energizado las carcazas de los equipos eléctricos.
- Evitar que en las carcazas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas para la vida humana.
- Permitir que la protección del circuito eléctrico (disyuntor magnético térmico), despeje la falla, en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Limitar sobre tensiones debidas a descargas atmosféricas y fenómenos transitores.
- Limitar la diferencia de potencial a tierra en un circuito, durante su operación normal.

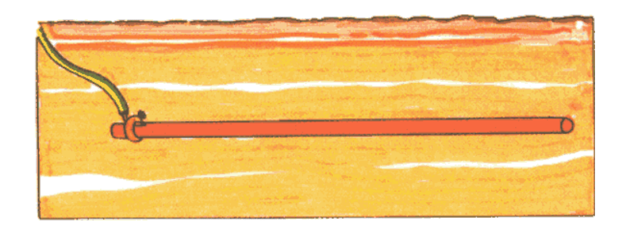
Para lograr que una puesta a tierra de protección cumpla con los objetivos previstos, es necesario establecer un medio a través del cual sea posible entrar en contacto con el terreno.

De acuerdo con las dimensiones de terreno disponible para la ejecución de una puesta a tierra, se usan los siguientes tipos de elementos para su construcción:

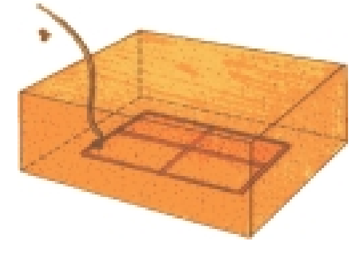
Electrodos verticales (Barras).



Conductores horizontales.



Malla o reticulado.



VALORES CARACTERISTICOS

Para lograr valores óptimos de resistencia a tierra en una instalación de puesta a tierra, se deben considerar los siguientes factores:

- Es necesario conocer que tan buen conductor de la electricidad es el suelo y para esto es necesario saber su resistencia eléctrica, la cuál esta determinada por el tipo de suelo, el contenido de humedad del suelo y su composición química.
- Alternativas para la disposición de un sistema de tierra.

No todos los terrenos resultan ser buenos conductores de la electricidad, por ejemplo: la tierra orgánica húmeda es 10 veces mejor conductora de electricidad que la tierra húmeda y 100 veces mejor conductora de la electricidad en comparación con la tierra seca.

En México se tiene una amplia variedad de suelos y para cada tipo y determinada composición climatológica existe una alternativa diferente en diseño y disposición de un sistema de tierra para poder obtener un valor idóneo de resistencia a tierra tales como:

- Electrodos verticales
- Electrodos profundos
- Electrodos horizontales
- Electrodos múltiples
- Electrodos de placa
- Electrodos de anillo
- Electrodos químicos

- Uso de aditivos

El agregar aditivos al terreno para mejorar la conductividad de los mismos, es un método para obtener una mejor puesta a tierra. En terrenos de muy baja conductividad se puede rebajar el valor de una puesta a tierra hasta en un 40% por uso de aditivos.

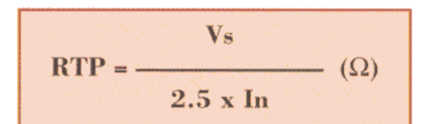
REQUISITOS PARA EL CALCULO DE UNA PUESTA A TIERRA

- Tensión de seguridad (Vs)

Tensión que alcanza una carcaza energizada producto de una falla de aislamiento no debe superar los niveles de tensión que resultan no ser peligrosos para la vida de las personas; a estos niveles de tensión se les denomina tensión de seguridad (Vs).

- Vs = 65 V, en ambientes secos o de bajo riesgo eléctrico,
- Vs = 24 V, en ambientes húmedos o de alto riesgo eléctrico,

Para que una puesta a tierra controle estos potenciales eléctricos de seguridad, es decir, que la tensión que aparece entre una carcaza energizada y la tierra, no supere los niveles de peligro para la vida de las personas. La puesta a tierra debe tener el óptimo valor de resistencia a tierra.



Vs : Tensión de seguridad (V)
RTP : Resistencia de la puesta a tierra (Ohms)
In : Corriente nominal del protector del circuito (A)

Ejemplo: para determinar la resistencia de una puesta a tierra en una instalación eléctrica ejecutada en un lugar seco y protegido por un interruptor de 10 A; aplicando la ecuación descrita anteriormente; tenemos:

$$RTP = \frac{65}{2.5 \times 10} = 2.6\ (\Omega)$$

La resistencia que debe presentar la puesta a tierra es significativamente baja; si consideramos que un electrodo de puesta a tierra tipo copperweld de 1.5 m de longitud y con un diámetro de 5/8" presenta una resistencia del orden de 40 a 100 Ohms.

Cerca de la superficie del suelo por lo general se tienen valores de alta resistencia a tierra, dado el bajo contenido humedad. Cuando estas condiciones se presentan y la constitución del terreno lo permite, se impone el uso de electrodos de tierra verticales de suficiente longitud que también llamamos *electrodos profundos.*

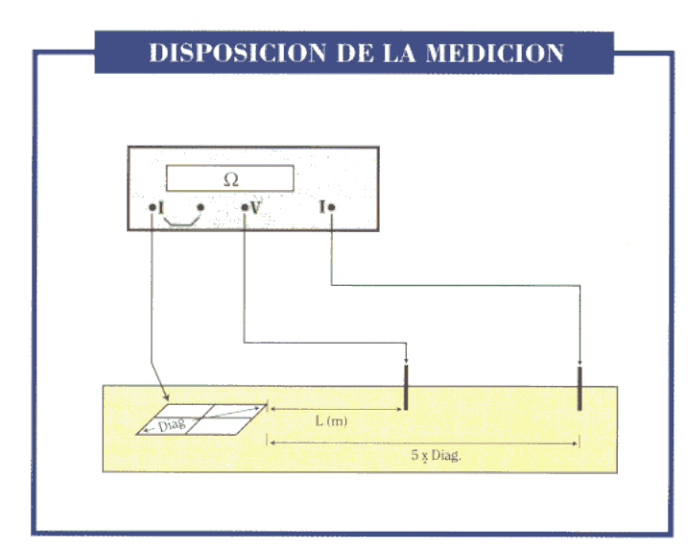
Esta práctica es un factor importante para poder obtener contacto con los niveles del subsuelo con mayor humedad.

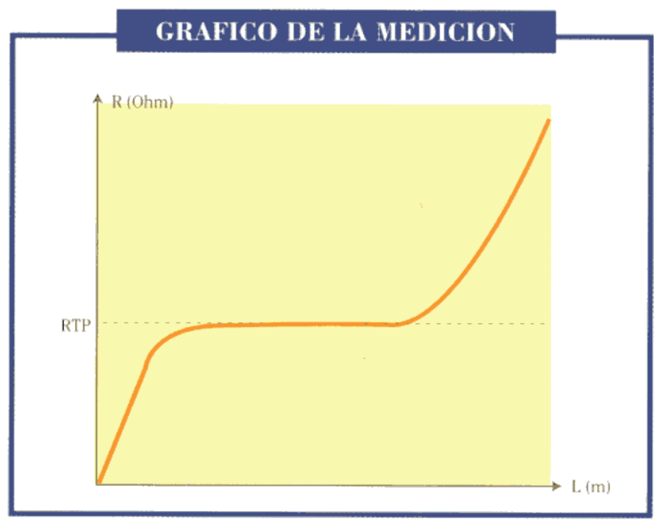
Cuando las condiciones del terreno no permiten instalar electrodos verticales, se recurre a otros métodos, uno de ellos muy eficiente es el de electrodos horizontales.

MEDICIONES DE PUESTAS A TIERRA

Para verificar las condiciones de la resistencia de la puesta a tierra se deben tener presente los siguientes requerimientos:

- La instalación debe estar desenergizada.
- Se deben retirar todas las conexiones a la puesta a tierra.
- La medición se efectúa utilizando un instrumento especial para la evaluación de puestas a tierra; por ejemplo el *Geohm III, Vibro ground, etc.*
- Uno de los electrodos de corriente del instrumento se conecta a la puesta a tierra.
- El otro electrodo de corriente del instrumento se conecta al terreno a través de un electrodo auxiliar a una distancia no inferior a los 20 m. en el caso de una malla y a una distancia de 10 veces la longitud de un electrodo vertical.
- El tercer electrodo del instrumento (potencial), se conecta a través de un segundo electrodo auxiliar al terreno y se desplaza sucesivamente entre los electrodos de corriente.
- Cada medición se gráfica y finalmente se concluye el valor de la puesta a tierra cuando la curva del gráfico.





Procobre México, entidad no lucrativa, es una institución creada con el objetivo de llevar acabo la promoción de las aplicaciones del cobre y sus aleaciones en los mercados nacionales.

La principal función de Procobre es mejorar la eficiencia de las industrias del cobre alrededor del mundo, por medio de proyectos de desarrollo de mercados y actividades tecnológicas.

Procobre México promueve en todos los ámbitos al cobre y las aplicaciones que representen mejores expectativas de incremento en ventas de los productos del cobre, beneficiando así a toda la cadena productiva.



CENTRO MEXICANO DE PROMOCION DEL COBRE
Av. Sonora No. 166, 1er. piso
Col. Hipódromo Condesa, C.P. 06100, México, D.F.
Tels. 211 1201, 211 1204 y 553 4191 fax 286 7723
E-mail: procobremexico@infosel.net.mx